

ДОСЛІДЖЕННЯ АНОМАЛЬНО НИЗЬКОГО ТЕРТЯ ТА ЗНОШУВАННЯ В ТРИБОСИСТЕМАХ

Трошін О.М.¹⁾, Киркач Б.М.²⁾

¹⁾ *Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

²⁾ *Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Головним аргументом противників теоретичного підходу до можливості досягнення в реальних трибосистемах аномально низького тертя та зношування (нульове, від'ємне тертя) є трактування безповоротності перетворення молекулярно-механічної складової сили тертя в термічне. Реакція трибосистеми на імпульсну динамічну взаємодію (при програмному навантаженні), відповідно до принципів зсуву Ле Шательє трибосистема переходить в такий стан в якому ефект зовнішньої взаємодії послабляється. При русі поверхонь трибоелементів у кожний момент часу відбувається велика кількість зіткнень мікроступів. У кожній мікрзоні утворюється тепло, яке розсіюється за законами дисипації. Результуюча стану трибосистеми в цьому випадку диктується основоположними термодинамічними принципами. Тому зростання «вагового значення» хвильової складової сил тертя F_w , яка повинна входити в загальне рівняння сили тертя із знаком мінус, є термодинамічно передбаченим. Оскільки в результаті контактної взаємодії ідеально пружних мікроступів формується хвиля напруг, яка бере участь в процесі дисипації енергії, що підводиться зовні, то кількісна оцінка сили тертя F_f з урахуванням хвильової складової F_w буде мати наступний вигляд:

$$F_f = F_a + F_d - F_w$$

де F_a – молекулярна (адгезійна) складова сили тертя; F_d – механічна (деформаційна) складова сили тертя. Хвильова складова сили тертя F_w є тим ентропійним насосом, який частину зовнішнього тертя, що не компенсується, переводить у внутрішнє.

Перехід трибосистеми від нормального до аномально низького тертя з використанням програмного навантаження генерує, особливий вид хвильового резонансу, який виникає в кінетичному нанополі з утворенням хвилі, що біжить. В умовах рівноважної самоорганізації цей ефект не виникає, йому перешкоджають принципи термодинаміки рівноважних систем перш за все утворення позитивного градієнта по твердості (ефект Ребіндера). При програмному навантаженні відбувається істотна зміна фізико-механічних властивостей поверхонь елементів трибосистем, що зачіпає більш більшу глибину, ніж глибина вторинних структур, що відповідають за процеси тертя та зношування при рівноважній самоорганізації. З аналізу зворотних і незворотних процесів, аномально низьке тертя та зношування, що досягається при програмному навантаженні, однозначно відносяться до незворотних процесів. Таким чином, основний закон термодинаміки (закон збереження) не порушується, перехід до аномально низького тертя та зношування пояснюється досягненням рівності молекулярно-механічної та хвильової сили тертя.